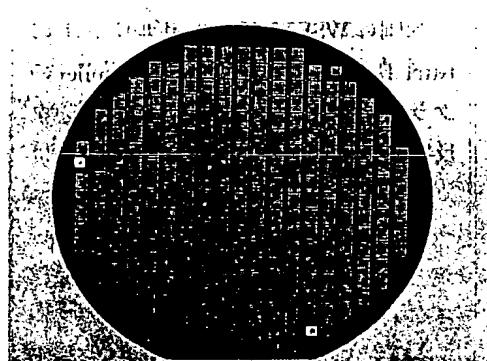


チップ・サイズ実装の本命候補 CSPを安く作る方法が登場 ウェーハ工程でパッケージに組み立てる



昨年、LSIの実装技術に革新が起こった（本誌1997年4月号、pp.42-63に既報）。パッケージをチップに近いサイズまで小型化した「チップ・サイズ実装」の登場である。かつて「挿入実装」から「表面実装」へ移行した時以来の変革である。チップ・サイズ実装の本命候補には、CSP（chip size package）実装とペア・チップ実装の二つある。今回、富士通はCSPを安く作る方法を生み出した。

（大石 基之=本誌）

富士通
LSI製造事業本部LSI実装事業部開発部
川原 登志実

ウェーハ工程でパッケージに組み立てる新しいCSP（chip size package）⁽¹⁾技術「Super CSP」を開発した⁽²⁾（図1）。この技術の利点は、チップとまったく同じ寸法までパッケージを小型化できること（図2）、大幅なコスト削減を期待できることである。小型化

は、ウェーハ工程でチップを一括して樹脂封止した後、チップのサイズに切り出す方法によって実現できた。コスト削減は、工程数を減らす、金型コストを下げるによって実現できた。今回の方法で作ったCSPの信頼性は、従来のCSP並みを確保したことも実試験すでに確認している。

これまでに、ウェーハ工程でCSPを組み立てる方式を探ると、コストを大幅に削減できることはわかっていた。

しかし、ウェーハ・サイズに金型を拡大した際に使える封止樹脂が無いという問題点を解決できていなかった。このため、いったんチップに切り出してからパッケージに組み立てる方法を探っていた。金型を大型化すると、封止樹脂と金型の接触面積が増える。金型からパッケージを取り出すためには、封止樹脂の中に多量の離型剤を入れる必要が出てくる。ところが、離型剤を増やすと、ウェーハに封止樹脂が密着

上の写真は、パッケージ組み立て後のウェーハの外観。ウェーハの口径は200mmである。

注1) CSPとはチップ寸法のパッケージのこと。CSP実装はチップをCSPに組み立ててからマザーボードに接続する技術である。ペア・チップのままマザーボードに接続するペア・チップ実装とならんで、LSIの実装面積をチップ寸法に縮小できる技術として注目を集めている。

注2) 今回の技術「Super CSP」について、次の学会で発表している。Matsuki, H., Shinma, Y., Nagashige, K., Hamanaka, Y., Fukasawa, N., Morioka, M., Onodera, M., Uno, T., Kawahara, T., "Super CSP: A BGA Type Real Chip Size Package Using a New Encapsulation Method," *Proceeding of the Pan Pacific Microelectronics Symposium*, pp.415-420, Feb.1998.

図1 新しいCSPの組み立て方式を開発

ウェーハ工程でパッケージに組み立てる新しいCSPの製造技術を開発した。従来のCSPは、チップに切り出してからパッケージに組み立てていた。ウェーハ・レベルの歩留りが極端に低くない限り、従来方式に比べて、コストを削減できる。

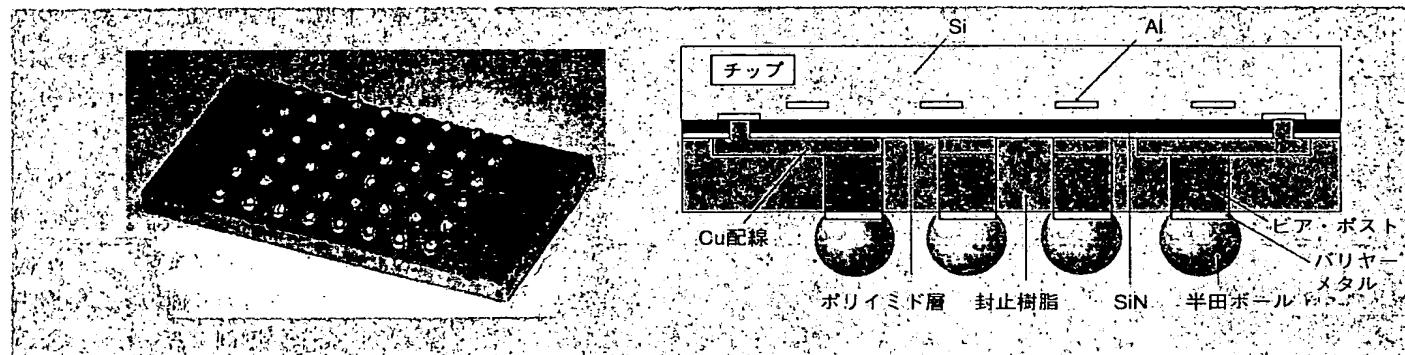
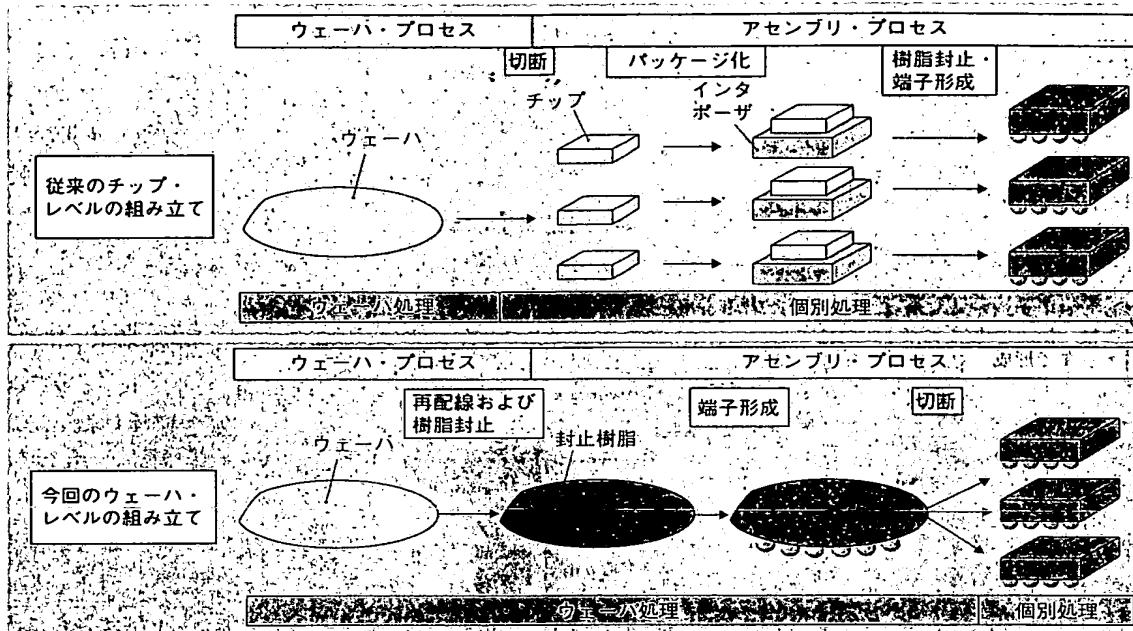


図2 開発したパッケージの外観および断面構造
露光プロセス、電解メッキ処理によりウェーハ上の周辺配置電極を面配置状に再配置後、その上にメタル・ポストを形成する。パッケージ寸法は9×4.5mm²。半田バンプ・ピッチは0.75mmである。

しにくくなってしまう。このトレードオフ関係をこれまで解決できなかった。

そこで今回、金型と封止樹脂の間にテンポラリ・フィルムを挟む新しい構造を考案した。樹脂を金型に接触させない機能を持たせ、離型剤を不要とした。

大幅なコスト削減

今回の技術は、コストの大幅な削減を期待できる。樹脂封止および半田バ

ンプ形成といったパッケージに組み立てる工程をウェーハ工程で一括処理する方法を探るからである。ウェーハからチップに切り出した後にパッケージに組み立てる従来方式に比べ、工程数が減る。チップの製造歩留りが極端に低くない限り、原理的にはコスト削減を見込める。

樹脂封止の金型にかかるコストも削減できる。従来は、チップの品種ごと

に金型を変更する必要があった。今回的方法では、150mm、200mm、300mmとウェーハ口径に合わせて標準化した2~3種類の金型を準備するだけで済む。

ウェーハ工程で組み立てる

製造工程は次の8工程から成る(図3)。

(1) ウェーハ上にポリイミド層を

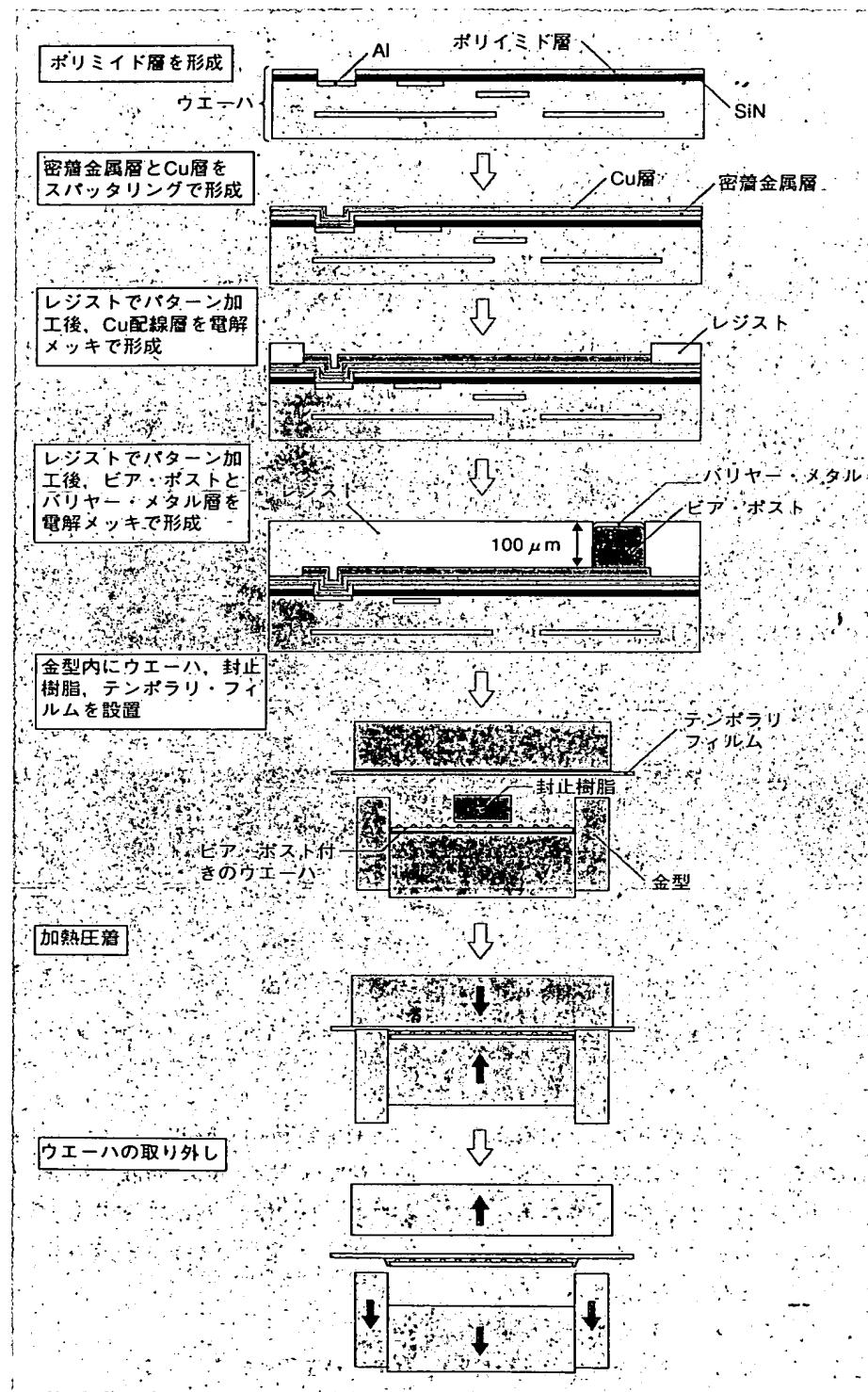


図3 新しいCSPの製造方法

ウェーハ上に電極パッドを再配置し、メタル・ポストを形成した後、樹脂封止する。これに続いて、テンポラリ・フィルムをウェーハから引き剥がす工程が続く。テンポラリ・フィルムを金型と封止樹脂の間にはさむことで離型剤を不要にした。8工程のうち、7工程を示した。

形成する。

(2) このウェーハ表面にスパッタ法で金属薄膜を堆積させる。この膜は密着金属層とCu層の2層構造である。

(3) 金属膜表面にレジストでパターンを加工した後、電解メッキで再配線パターンを形成する。

(4) レジストでパターン加工後、メタル・ポストとバリヤー・メタル層を電解メッキで形成する。メタル・ポストの高さを約 $100\mu\text{m}$ になるように設定している。

(5) 電極パッドを再配置しメタル・ポスト付きウェーハを樹脂封止する。封止金型は上型と下型に分かれ、下型はさらに内部金型と外部金型から成る。これらの金型を約 175°C に加熱する。上型にはテンポラリ・フィルムを吸着させる。下型の内部金型上にはメタル・ポスト付きウェーハを載せ、その上に封止樹脂を載せる。

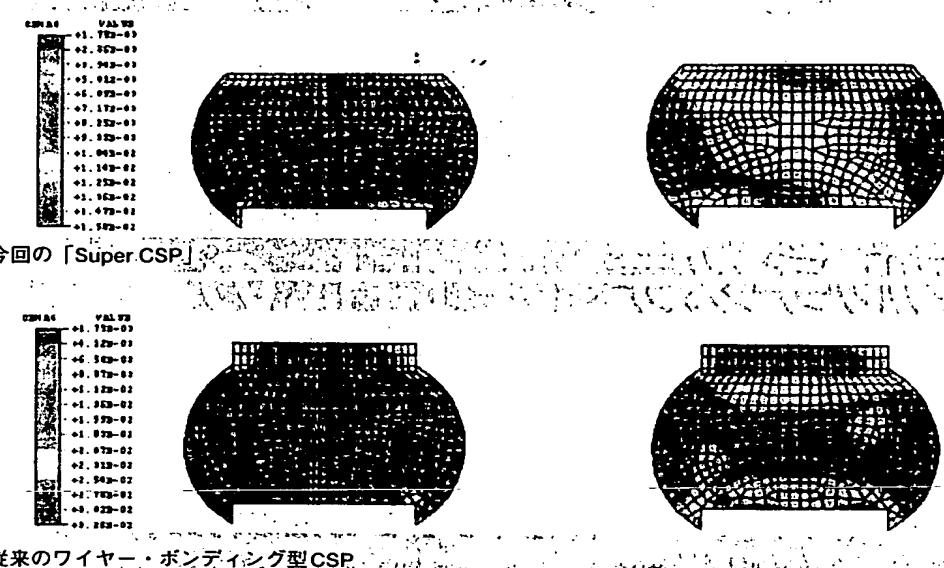
(6) 封止金型の熱と圧力で樹脂を溶融しウェーハ全面に広げ、金型内で保持させて樹脂を硬化させる。封止樹脂としては、密着力の極めて高い樹脂を選択した。離型剤は含まれていないが、封止金型と接する部分はウェーハ外周部だけしかないと、容易に離型できる。

(7) 金型からウェーハを取り外す。こうしてテンポラリ・フィルムと一緒に成了したウェーハが出来る。

(8) テンポラリ・フィルムをウェーハから引きはがす。封止工程でメタル・ポスト頂上部とテンポラリ・フィルムの界面に封止樹脂の薄い膜が残存することがある。この薄い樹脂膜をフィルム側に接着させ、メタル・ポスト頂上部から剥離できるようにした。

図4 接合部分に加わる歪みの評価結果

シミュレーションの際には、0.75mmピッチの半田バンプを接続したパッケージ(外形寸法 4.5×9×0.4mm³)をプリント基板上に実装した。



以上の製造工程において、金属薄膜はこの後の配線形成工程、メタル・ポスト形成工程で必要な電解メッキ処理のための給電層として使われる。テンポラリ・フィルムは三つの機能を備えている。

樹脂を上型に接触させない離型のための機能、成形圧力をビア・ポスト部に集中させずウエーハ全面に均一化させる機能、メタル・ポストの頂上を露出させる機能、である。

応力を緩和して信頼性を確保

信頼性については従来のCSPと同じレベルを確保できることを実験で確認した。パッケージ単体およびプリント基板搭載後の試験結果を示す(表1)。

パッケージ単体では、温度サイクル、プレッシャ・クッカ、高温放置、高温高湿の各試験項目で基準をクリアしている。基板搭載後では、温度サイクル、プレッシャ・クッカ、自然落下の各試験項目で基準をクリアしており、

高い信頼性を持つことが実証された。曲げ試験などについては、現在、評価中である。

今回のCSPと従来のCSPは、チップから半田バンプまでの接続の仕方などの内部構造が異なる。そこで、今回のCSPが高信頼性を確保できる理由を確かめるため、シミュレーションを実施した。基板搭載時の温度サイクル試験を-55°Cから+125°Cの範囲とし、基板との接合部分に加わる最大歪みをシミュレートし、従来のワイヤー・ボンディング型CSPと比較した(図4)。ワイヤー・ボンディング型CSPの場合、最大歪みはポリイミド・フィルムとの

接点付近に発生し、その値は約2%となった。これに対して今回のCSPは約0.9%と、従来のワイヤー・ボンディング型CSPの40%程度最大歪みがに低減している。

理由は次の二つだと考えている。一つは、封止樹脂の熱膨張係数がSiに対して大きく、密着性も高いことから、パッケージ全体の熱膨張係数が見かけ上大きくなることによる。プリント基板との熱膨張差が小さくなり、歪みが小さくなった。もう一つは、高さ100μmのビア・ポストが接合界面に加わる歪みの一部を吸収し、緩和していることによる。

表1●信頼性の試験結果
パッケージ単体およびプリント基板搭載後の両方についてシミュレーションした。

状態	種類	条件	サンプル数	結果
パッケージ 単体	温度サイクル	-65~+150°Cを500サイクル	10	合格
	プレッシャ・クッカ	121°C/85%RHを168時間	10	合格
	高温放置	150°Cの空気中を50時間	10	合格
	高温高湿テスト	JEDECの「レベル3」	10	合格
基板搭載後	温度サイクル	-55~+125°Cを500サイクル	10	合格
	プレッシャ・クッカ	121°C/85%RHを168時間	10	合格
	自然落下	1mの高さを20回	10	合格